

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 08222371
PUBLICATION DATE : 30-08-96

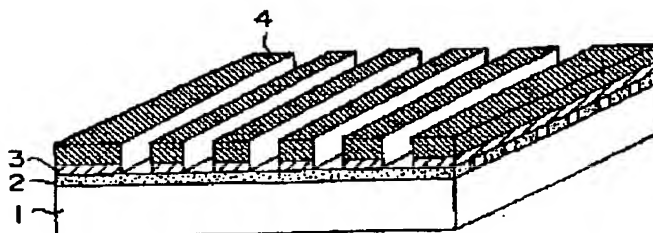
APPLICATION DATE : 13-02-95
APPLICATION NUMBER : 07046589

APPLICANT : IDEMITSU KOSAN CO LTD;

INVENTOR : SHOJI HIROSHI;

INT.CL. : H05B 33/10 G09F 9/30 H05B 33/12

TITLE : METHOD FOR FINELY PATTERNING
ELECTROLUMINESCENT ELEMENT,
AND ELEMENT OBTAINED THEREBY



ABSTRACT : PURPOSE: To provide a method for finely patterning an electroluminescent(EL) element by effectively performing sharp refinement of metallic electrodes that causes little thermal damage to processed edges, without causing damage to a transparent electrode.

CONSTITUTION: In a method for finely patterning by laser ablation method an electroluminescent element, especially an organic electroluminescent element comprising metallic electrodes 4, organic-compound layers 3, a transparent electrode 2 and a substrate 1, a laser beam is applied to the element from the side of the metallic electrodes so that laser fluence is 10 to 220mJ/cm². The metallic electrodes 4 are refined by the laser ablation phenomenon that takes place in this case, to finely pattern the organic electroluminescent element.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-222371

(43)公開日 平成8年(1996)8月30日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 B 33/10			H 0 5 B 33/10	
G 0 9 F 9/30	3 6 5	7426-5H	G 0 9 F 9/30	3 6 5 B
H 0 5 B 33/12			H 0 5 B 33/12	

審査請求 未請求 請求項の数5 F D (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平7-46589

(22)出願日 平成7年(1995)2月13日

(71)出願人 000183646

出光興産株式会社

東京都千代田区丸の内3丁目1番1号

(72)発明者 下 紳郎

千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 出光興産株式会社内

(72)発明者 東海林 弘

千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 出光興産株式会社内

(74)代理人 弁理士 大谷 保

(54)【発明の名称】 エレクトロルミネッセンス素子の微細パターン化方法及びそれより得られた素子

(57)【要約】

【目的】 透明電極に損傷を与えることなく、金属系電極に加工エッジ周辺部への熱的損傷の少ないシャープな微細加工を効率よく施し、エレクトロルミネッセンス素子 (E L 素子) を微細パターン化する方法を提供すること。

【構成】 レーザーアブレーション加工法により、E L 素子を微細パターン化する方法、特に金属系電極／有機化合物層／透明電極／基板の構成からなる有機E L 素子に対し、金属系電極側からレーザーフルエンスが10～220mJ/cm² になるようにレーザービームの照射を行い、この際生じるレーザーアブレーション現象により、金属系電極に微細加工を施し、有機E L 素子を微細パターン化する方法である。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 エレクトロルミネッセンス素子を微細パターン化するに当たり、レーザーアブレーション加工法を用いることを特徴とするエレクトロルミネッセンス素子の微細パターン化方法。

【請求項2】 金属系電極（陰極）／有機化合物層／透明電極（陽極）／基板の構成からなる有機エレクトロルミネッセンス素子に対し、金属系電極側から、単位面積当たりのレーザー出力が $10 \sim 220 \text{ mJ/cm}^2$ になるようにレーザービームの照射を行い、この際生じるレーザーアブレーション現象により金属系電極に微細加工を施す請求項1記載の方法。

【請求項3】 パルス発振方式により、レーザービームを照射する請求項1又は2記載の方法。

【請求項4】 エキシマーレーザーを用いてレーザービームを発振させる請求項1又は2記載の方法。

【請求項5】 レーザーアブレーション加工法により作成してなる微細パターン化されたエレクトロルミネッセンス素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はエレクトロルミネッセンス（以下、ELと略記する）素子の微細パターン化方法及び微細パターン化されたEL素子に関する。さらに詳しくは、本発明は、レーザーアブレーション加工法を用いて、非接触的にEL素子を微細パターン化する方法、特に、金属系電極（陰極）／有機化合物層／透明電極（陽極）／基板の構成からなる有機EL素子をパターン化するに際し、レーザーアブレーション加工法により、透明電極に損傷を与えることなく、金属系電極に、加工エッジ周辺部への熱的損傷の少ないシャープな微細加工を効率よく施し、有機EL素子を微細パターン化する方法、及びこのレーザーアブレーション加工法により微細パターン化されたEL素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 電界発光を利用したEL素子は、自己発光のため視認性が高く、かつ完全固体素子であるため、耐衝撃性に優れるなどの特徴を有することから、各種表示装置における発光素子としての利用が注目されている。このEL素子には、発光材料に無機化合物を用いてなる無機EL素子と有機化合物を用いてなる有機EL素子とがあり、このうち、有機EL素子は、印加電圧を大幅に低くしうるために、次世代の表示素子としてその実用化研究が積極的になされている。上記有機EL素子は、発光層を少なくとも含む有機化合物層と、この有機化合物層を挟持する一対の電極とを備えたものであって、具体的には、陽極／発光層／陰極の構成を基本とし、これに正孔注入輸送層や電子注入輸送層を適宜設けたもの、例えば陽極／正孔注入輸送層／発光層／陰極や、陽極／正孔注入輸送層／発光層／電子注入輸送層／

陰極などの構成のものが知られている。該正孔注入輸送層は、陽極より注入された正孔を発光層に伝達する機能を有し、また、電子注入輸送層は陰極より注入された電子を発光層に伝達する機能を有している。そして、該正孔注入輸送層を発光層と陽極との間に介在させることによって、より低い電界で多くの正孔が発光層に注入され、さらに、発光層に陰極又は電子注入輸送層より注入された電子は、正孔注入輸送層が電子を輸送しないので、正孔注入輸送層と発光層との界面に蓄積され発光効率率が上がることが知られている。

【0003】ところで、EL素子を表示素子として利用するためには、電極のパターン化が必要不可欠であり、そして繊細な表示を行うために微細パターン化された電極が正常に作動することが必要となる。そのためには、

（1）十分に微細な電極パターンと絶縁化された部分の幅が狭いこと、（2）電極のエッジ部分がシャープな形状となっていること、（3）微細加工された部分が完全に絶縁化されていること、（4）微細加工された電極部分がショートしないこと、（5）微細加工された電極の性能が損なわれないこと、（6）微細加工を行う際に除去に必要な部分以外の下地の部分に影響を与えないこと、などが重要な要件となる。

【0004】表示用EL素子のパターン化方法としては、電極を形成する際に同時にパターン化する方法と、EL素子を作成したのち、電極に微細加工を施す方法とが考えられる。前者の方法としては、例えば電極を蒸着などの方法により形成する際に、マスクを用いてパターン化するマスク蒸着法が知られている。しかしながら、この方法においては、極めて微細なパターン、特に数十 μm 以下のものを作成するには、蒸着金属の回り込みなどの問題がある上、微細パターニングを行う場合、下地の蒸着層に対するマスクセッティングの位置精度が重要であり、そのため蒸着装置内に高度のマスクセッティング機構が必要となって、操作性が悪くなり生産性が低下するのを免れないなどの問題があった。したがって、このマスク蒸着法では、数十 μm の高精細な表示パターンを得ることは困難であった。

【0005】一方、後者の方法としては、代表的なものとして、フォトリソグラフィ技術を用いてパターン化する方法が知られている。しかしながら、この方法においては、レジスト塗布、ベーク、露光、現像、エッチング及びレジスト剥離といった数多くの工程を経て作成されるために煩雑である上、レジスト塗布や現像などの工程において、電極が他の材料と接触するために、微細なパターンは得られるものの、電極材料の劣化などにより、電荷注入効率が落ち、EL素子としては使えないという本質的な問題を有している。また、微細加工方法として、ドリルを用いた切削による方法も知られており、プリント基板の微細なホール加工などに用いられて

くない金属薄膜からなる陰極を加工するのに適しておらず、電極加工精度が不十分であったり、切削の際に生じる切削屑が電極のショートをもたらしたり、あるいは、陰極や発光層ばかりでなく、下地の陽極まで加工の影響をもたらす、断線する場合があるなどの問題を有している。

【0006】このような問題を解決する方法として、非接触ビームを用いて微細加工する方法が種々提案されている。例えば、特開平5-3077号公報や同-3078号公報には、EL素子に用いられる金属膜を切削する技術が提案されている。しかしながら、この技術は、切削は可能であるものの、操作性に問題があって効率的でなく、また周辺部へ熱的損傷をもたらす、微細加工プロセスとしては実用的でない。また、特開昭61-105885号公報には、金属導電膜又は透光性導電膜と金属導電膜との組合せに、線状のレーザーパルスビームを照射して、電極を光加工する方法が提案されている。しかしながら、この方法においては、適用される材料の光吸収が大きいので、レーザーアブレーションを起こすことは難しく、熱的プロセスにより微細加工が行われるため、周辺部への損傷や透光性導電膜への影響も大きいなどの問題がある。さらに、特開平1-130494号公報、特開平4-255692号公報、特開平5-290971号公報、特開平5-196949号公報などにおいても、非接触ビームを用いる微細加工技術が開示されているが、これらの技術は、いずれもレーザーアブレーション現象を利用するものではなく、必ずしも満足する方法とはいえない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、このような従来のEL素子のパターン化方法がもつ欠点を改良し、EL素子の電極に、非接触的で、かつ加工エッジ周辺部や下地に対する熱的損傷をあまりもたらさずことなく、シャープな微細加工を効率よく施し、しかも微細加工された電極が正常に作動しうるEL素子のパターン化方法を提供することを目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、前記目的を達成するために鋭意研究を重ねた結果、EL素子の微細パターン化にレーザーアブレーション加工法を用いることにより、その目的を達成しうることを、そして、特に金属系電極（陰極）／有機化合物層／透明電極（陽極）／基板の構成からなる有機EL素子においては、金属系電極側からレーザービームの照射を特定の強度で行うことにより、レーザーエネルギーの大部分が陰極の金属材料及び有機化合物でのみ吸収され、この際生じるレーザーアブレーション現象によって、金属系材料及び有機化合物のみを同時に飛散させ、加工エッジ周辺部や透明電極に損傷を与えることがなく、金属系電極にシャープな微細加工を効率よく施すことができることを見出し

た。本発明は、かかる知見に基づいて完成したものである。すなわち、本発明は、EL素子を微細パターン化するに当たり、レーザーアブレーション加工法を用いることを特徴とするEL素子の微細パターン化方法、及びレーザーアブレーション加工法により作成してなる微細パターン化されたEL素子を提供するものである。

【0009】また、本発明を実施するための好ましい態様は、金属系電極（陰極）／有機化合物層／透明電極（陽極）／基板の構成からなる有機EL素子に対し、金属系電極側から、単位面積当たりのレーザー出力が10～220mJ/cm²になるようにレーザービームの照射を行い、この際生じるレーザーアブレーション現象により金属系電極に微細加工を施し、有機EL素子を微細パターン化する方法である。本発明の方法においては、EL素子を微細パターン化するのにレーザーアブレーション加工法が用いられる。このレーザーアブレーション加工法は、発光材料が無機材料である無機EL素子及び有機材料である有機EL素子のいずれにも適用できるが、特に金属系電極（陰極）／有機化合物層／透明電極（陽極）／基板の構成からなる有機EL素子への適用が好ましい。

【0010】本発明の方法において用いられるEL素子においては、陽極として透明電極が用いられる。この透明電極としては、例えばITO(In-Sn-Oxide)、ZnO、CuSなどの無機系材料、あるいは有機系透明導電性材料を、ガラスなどの透明基板上に、蒸着やスパッタリングなどの方法により薄膜を形成させたものが用いられる。この透明電極のパターン化は、リソグラフィなどの通常の微細加工によって形成される。一方、陰極としては、金属単体又は金属合金などの金属系材料が用いられるが、電子の注入効率が高く、劣化の少ない材料が好ましく、特にマグネシウム・銀合金やアルミニウム・リチウム合金などの金属合金が好適である。該陰極は、これらの金属系材料を蒸着やスパッタリングなどの方法により、後述の発光層又は多層構造の有機化合物層の上に薄膜を形成させることによって作製することができる。無機EL素子は、上記陽極の透明電極と陰極の金属系電極との間に、無機発光材料からなる発光層を介在させたものである。該無機発光材料の種類については特に制限はなく、従来無機EL素子の発光材料として公知のものを用いることができる。発光層は、無機発光材料を蒸着やスパッタリングなどの方法により、透明電極上に薄膜を形成させることにより、作製することができる。

【0011】一方、有機EL素子は、上記陽極の透明電極と陰極の金属系電極との間に、有機発光材料からなる発光層を少なくとも含む有機化合物層を介在させたものであり、一般に金属系電極（陰極）／有機化合物層／透明電極（陽極）／基板の構成からなっている。ここで、有機化合物層は発光層のみからなる層であってもよく、

【特許請求の範囲】

【請求項1】 有機エレクトロルミネッセンス層を介して互いに立体交差する陽極ストライプ群と陰極ストライプ群とを備え、前記陽極ストライプ群から選ばれる特定の陽極ストライプと前記陰極ストライプ群から選ばれる特定の陰極ストライプとの立体交差部分に介在する有機エレクトロルミネッセンス層を発光させる有機エレクトロルミネッセンス表示装置において、

前記陽極ストライプ群は、透明導電材からなる薄膜パターンとして透明基板上に形成され、

前記有機エレクトロルミネッセンス層は、前記陽極ストライプ群上を含む前記透明基板上の略全面にわたって形成され、

前記有機エレクトロルミネッセンス層上には、前記陽極ストライプ群に対して立体交差するストライプ状の絶縁樹脂層が形成され、

前記陰極ストライプ群は、前記絶縁樹脂層上を含む前記有機エレクトロルミネッセンス層上の略全面にわたって形成された陰極層を、前記絶縁樹脂層上において該絶縁樹脂層のストライプ長方向に沿って分断することにより形成されたことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス表示装置。

【請求項2】 前記絶縁樹脂層は、スクリーン印刷法により形成された光硬化型樹脂からなることを特徴とする請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、有機化合物のエレクトロルミネッセンス現象を利用して文字や画像を表示する有機エレクトロルミネッセンス表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】有機化合物のエレクトロルミネッセンス現象を利用した有機エレクトロルミネッセンス表示装置は、日経BP社発行「日経エレクトロニクス：1996年1月29日号」第99頁～第103頁に開示されている。

【0003】有機エレクトロルミネッセンス表示装置の一例として、有機エレクトロルミネッセンス層を介して互いに立体交差する陽極ストライプ群と陰極ストライプ群とを備え、前記陽極ストライプ群から選ばれる特定の陽極ストライプと前記陰極ストライプ群から選ばれる特定の陰極ストライプとの立体交差部分に介在する有機エレクトロルミネッセンス層を発光させるものがある。

【0004】前記陽極ストライプ群は、透明導電材からなる薄膜パターンとして透明基板上に形成され、前記有機エレクトロルミネッセンス層は、前記陽極ストライプ群上を含む前記透明基板上の略全面にわたって形成され、前記陰極ストライプ群は、導電材からなる薄膜パターンとして前記有機エレクトロルミネッセンス層上に形

成される。

【0005】ところが、有機エレクトロルミネッセンス層を構成する材料は熱や薬品により特性が劣化しやすいため、有機エレクトロルミネッセンス層を形成した後に、陰極ストライプ群となる陰極薄膜層をエッチング法等によりパターンニングすることは非常に難しい。

【0006】一方、有機エレクトロルミネッセンス層を形成した後に陰極薄膜層のパターンニングを要しない構造として、有機エレクトロルミネッセンス素子群を薄膜トランジスタスイッチング素子により駆動する有機エレクトロルミネッセンス表示装置が特開平4-125683号に開示されている。

【0007】薄膜トランジスタスイッチング素子により表示装置を駆動する技術は、液晶表示装置において多用されているが、液晶が電界により配向する厚みに比べて有機エレクトロルミネッセンス層の厚みは極めて薄いため、有機エレクトロルミネッセンス層の形成下地となる薄膜トランジスタスイッチング素子層の上面の凹凸を抑制しなければ、有機エレクトロルミネッセンス層内での電界が不均一となるという問題がある。

【0008】また、有機エレクトロルミネッセンス層を高輝度で発光させるためには液晶を配向させるのに比べて大電流を要するので、液晶表示装置用の薄膜トランジスタスイッチング素子をそのまま流用できない。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、有機エレクトロルミネッセンス層を介して互いに立体交差する陽極ストライプ群と陰極ストライプ群とを備え、前記陽極ストライプ群から選ばれる特定の陽極ストライプと前記陰極ストライプ群から選ばれる特定の陰極ストライプとの立体交差部分に介在する有機エレクトロルミネッセンス層を発光させる有機エレクトロルミネッセンス表示装置において、有機エレクトロルミネッセンス層に熱的、化学的な損傷を与えることなく陰極ストライプ群を形成することが可能な有機エレクトロルミネッセンス表示装置の構成を明らかにするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明による有機エレクトロルミネッセンス表示装置においては、前記陽極ストライプ群を、透明導電材からなる薄膜パターンとして透明基板上に形成し、前記有機エレクトロルミネッセンス層を、前記陽極ストライプ群上を含む前記透明基板上の略全面にわたって形成し、前記有機エレクトロルミネッセンス層上には、前記陽極ストライプ群に対して立体交差するストライプ状の絶縁樹脂層を形成し、該絶縁樹脂層上を含む前記有機エレクトロルミネッセンス層上の略全面にわたって形成された陰極層を、前記絶縁樹脂層上において該絶縁樹脂層のストライプ長方向に沿って分断することにより、前記陰極ストライプ群を形成する。

【0011】

また発光層とともに、正孔注入輸送層、電子注入輸送層などを積層した多層構造のものであってもよい。この有機EL素子の素子構成としては、例えば金属系電極（陰極）／発光層／透明電極（陽極）／基板、金属系電極（陰極）／発光層／正孔注入輸送層／透明電極（陽極）／基板、金属系電極（陰極）／電子注入輸送層／発光層／透明電極（陽極）／基板、金属系電極（陰極）／電子注入輸送層／発光層／正孔注入輸送層／透明電極（陽極）／基板などを挙げることができる。

【0012】この有機EL素子において、発光層は
 (1) 電界印加時に、陽極又は正孔注入輸送層により正孔を注入することができ、かつ陰極又は電子注入層より電子を注入することができる注入機能、(2) 注入した電荷（電子と正孔）を電界の力で移動させる輸送機能、(3) 電子と正孔の再結合の場を発光層内部に提供し、これを発光につなげる発光機能などを有している。この発光層に用いられる発光材料の種類については特に制限はなく、従来有機EL素子における発光材料として公知のものをを用いることができる。また、正孔注入輸送層は、正孔伝達化合物からなる層であって、陽極より注入された正孔を発光層に伝達する機能を有し、この正孔注入輸送層を陽極と発光層との間に介在させることにより、より低い電界で多くの正孔が発光層に注入される。その上、発光層に陰極又は電子注入層により注入された電子は、発光層と正孔注入輸送層の界面に存在する電子の障壁により、この発光層内の界面付近に蓄積されEL素子の発光効率を向上させ、発光性能の優れたEL素子とする。この正孔注入輸送層に用いられる正孔伝達化合物については特に制限はなく、従来有機EL素子における正孔伝達化合物として公知のものを使用することができる。さらに、電子注入輸送層は、陰極より注入される電子を発光層に伝達する機能を有している。この電子注入輸送層に用いられる電子伝達化合物については特に制限はなく、従来有機EL素子における電子伝達化合物として公知のものを使用することができる。この有機化合物層は、各有機材料を蒸着やスパッタリングなどの方法により、透明電極上に積層して薄膜を形成させることにより、作製することができる。

【0013】本発明においては、上記EL素子の微細パターン化方法として、レーザーアブレーション加工法が用いられる。ここでいうレーザーアブレーション加工法とは、レーザービームを固体物質表面に照射した際、このレーザーエネルギーを吸収した物質が大きなエネルギーをもつフラグメントとして飛散する現象、すなわちレーザーアブレーション現象を利用して微細加工を施す方法のことである。このレーザーアブレーション現象は、1980年初頭に見出され、レーザー特有の多光子過程により生じるものと考えられている。エキシマーレーザーに代表される高いエネルギーをもつ紫外レーザーを、例えばポリマーに照射した場合には、通常の化学結合を

解離し、余剰エネルギーはフラグメントの飛散に用いられるため、熱的作用の小さい過程によりエッチングが行われ、周囲に熱的影響を与えないシャープな微細加工が可能となる。このような現象はポリマー分子に限らず、通常の有機固体においても起こるものと考えられ、また、最近では有機液体物質のアブレーション現象についても報告されている。

【0014】一方、金属やセラミックスにおけるレーザーアブレーション現象についても数多く報告されており、薄膜形成などへの応用が進められている。しかしながら、金属やセラミックスの場合には、フラグメントとして飛散させるためには、通常有機物に比べて1桁ないし2桁高いレーザーフルエンス（単位面積当たりのレーザー出力）で照射しなければならない。例えばポリマーの場合では、数十 mJ/cm^2 ないし数百 mJ/cm^2 フルエンスでレーザーアブレーション現象を起こすことができるが、金属やセラミックスの場合では、数 J/cm^2 ないし数十 J/cm^2 のフルエンスが必要とされる。

【0015】本発明EL素子の微細パターン化方法においては、無機EL素子又は有機EL素子に対し、上記のレーザーアブレーション加工法が施されるが、特に金属系電極（陰極）／有機化合物層／透明電極（陽極）／基板の構成からなる有機EL素子に対し、レーザーアブレーション加工法を施すのが有利である。この場合、金属系電極側からレーザービームを照射することにより、金属系電極を透過したレーザービームが吸収係数の大きな有機化合物層で吸収され、それより下に存在する透明電極には影響を及ぼさず、レーザーアブレーション現象により、有機化合物が陰極の金属系材料と共に飛散し、微細加工が施される。したがって、このような方法によると、熱的な影響の少ないシャープなエッチングが可能となり、かつ下地の透明電極に損傷を与えないため、断線やショートのない微細パターンを形成することができる。有機化合物層が存在しない場合には、低いレーザーフルエンスではアブレーション現象を起こすことができないため、微細加工を行うには、高いレーザーフルエンスでレーザービームを照射しなければならず、熱的な影響により、照射した部分以外の部位が加工されてしまったり、周囲が溶融してしまったり、下地部分をも加工されてしまうなどの現象が起り、所望の微細加工ができないという問題が生じる。

【0016】本発明において、レーザーアブレーション加工に用いられるレーザーとしては、波長10nmないし20 μm のレーザービーム（赤外線、可視光線、紫外線、X線）を発振できるものであれば、いずれのものであってもよい。このようなレーザーとしては、例えば炭酸ガスレーザー、一酸化炭素レーザー、HFレーザー、ヨウ素レーザー、YAGレーザー、ガラスレーザー、YLFレーザー、アレクサンドライトレーザー、半導体レ

ーザー、色素レーザー、窒素レーザー、エキシマーレーザー、X線レーザー、自由電子レーザーなどが挙げられ、また、高調波素子などを用いて波長変換したものを使用することができる。

【0017】これらの中で、産業用に用いられているレーザーが安定的に発振するので好ましく、特に加工用レーザーとして知られているものが操作性や生産性の点から好ましい。さらに、大出力のレーザーが生産性の点から好適である。また、波長の短いものほどビームを微細に絞ることができるので好ましく、特に紫外レーザーは熱的な寄与の少ないアブレーション現象による加工を行うことができるので最適である。このような条件を満たす大出力の加工用産業レーザーとして、エキシマーレーザーが知られており、このエキシマーレーザーを用いて、ポリイミドなどの材料の加工が実用的に行われている。

【0018】本発明においては、金属系電極（陰極）／有機化合物層／透明電極（陽極）／基板の構成からなる有機EL素子の微細パターン化には、上記レーザーを用いて、金属系電極側からレーザービームが照射される。この際、レーザービームの照射は、レーザーフルエンスが $10 \sim 220 \text{ mJ/cm}^2$ の範囲になるように行うことが必要である。このレーザーフルエンスが 10 mJ/cm^2 未満では陰極の金属系材料が飛散せずに残存するおそれがある上、飛散物が十分なエネルギーをもつことができないため、加工表面から飛散しないことがあるなどの好ましくない事態を招来し、所望の微細加工を行うことができない。一方、 220 mJ/cm^2 を超えるレーザーフルエンスでは、陰極の金属系材料及び有機化合物は飛散するものの、有機化合物層の下に存在する透明電極が損傷や熱的な影響を受けて、導電性の低下をもたらす。また、照射周辺部への熱的な影響が大きくなり、微細加工幅が広がってしまったり、残すべき陰極の金属系材料が溶けてしまったり、変質したりして所望の微細パターンが得られない。本発明においては、レーザーの発振方式としては、パルス発振方式が有利である。連続発振方式では、ステージを駆動させることにより、比較的自由に加工操作を行うことができるが、アブレーション現象が生じにくく、熱的蓄積が起こるため、加工精度などの問題が生じ、所望の微細加工を行うことが困難である。一方、パルス発振方式では、パルス間隔とステージの駆動速度を考慮してレーザービームを照射する必要があるが、パルスのレーザービームを照射することにより、アブレーション現象を起こすことができ、熱的損傷の少ない微細加工を行うことができるので、このパルス発振方式が有利である。パルス幅は短いほど、熱的な損傷を少なくすることができるため、有利である。パルス幅としては $100 \mu\text{s}$ 以下が望ましく、より好ましくは 100 ns 以下、さらに好ましくはピコ秒、フェムト秒である。

【0019】なお、電子ビームやイオン（クラスター）ビームも微細加工に用いることができるが、これらの方法においては、装置が大がかりで高価である上、真空を必要とするなど操作性の点で大きな問題を有し、微細加工法としては実用的でない。本発明においては、レーザービームを照射し、この際生じるアブレーション現象を利用して微細加工を行うが、レーザービーム、特にエキシマーレーザーから得られたビームは不均一なものが多いので、ビームホモジナイザーなどを用いて均一化したビームを使用するのが望ましい。ビームの形状については、点状のものでも矩形状のものでもよいが、矩形状のものはビームを細長くすることができるため、特に薄加工を行う場合には1パルス照射で大きな部分の加工ができ、効率よく微細加工ができることから、有利である。また、ビームを集光することにより、レーザーフルエンスを高めることができ、容易に加工を行いうるとともに、原理的に数 μm 程度にまで絞ることが可能であり、微細加工を行うのに有利である。しかし、必ずしも焦点で加工を行う必要がなく、むしろ焦点で加工を行う場合は、レーザーフルエンスが高くなりすぎて、下地に影響を与えたり、周辺部に熱的な損傷を与えるなどの好ましくない事態を生じる場合がある。

【0020】また、大面積に微細加工を行う場合は、レーザービームをふりながら固定化した被加工物に照射するか、あるいは被加工物をステージに乗せて、このステージを駆動させる方法が用いられるが、操作性の点から後者の方法が好ましい。ステージの駆動をレーザーの発振と同期させることにより、任意の形状のパターンを得ることができる。なお、微細なパターンを得るためには、それに見合った精度をもつステージを用いることが必要である。さらに、予め所望のパターンをもつマスクを作成しておき、このマスクを介してレーザービームを照射することにより、大面積に一括パターン転写を施すことができ、極めて効率よく微細加工を行うことができる。しかし、この場合、マスクの劣化やマスク材料のコンタミ（汚染）などの問題がある。

【0021】本発明においては、レーザーアブレーション現象を利用して微細加工を行うため、加工の際に被加工物からフラグメントが飛散する。この飛散物は再び被加工物上に堆積して電極の短絡などの好ましくない事態を招来する場合があり、飛散物を堆積させないことが重要である。本発明においては、前記したようにエキシマーレーザーが好ましく用いられる。このエキシマーレーザーは、高い励起エネルギーをもつ大出力のレーザーであって、このレーザーを用いた高分子材料などのアブレーション加工法が知られている。このエキシマーレーザーは紫外領域で発振するため、熱的な寄与の少ない加工が行える利点を有している。さらに、高励起エネルギーで大出力のエキシマーレーザーを用いることにより、フラグメントの分解を促進し、原子や分子やイオンなどの

小さなフラグメントにまですることが可能である上、フラグメントに大きな並進エネルギーを与えることができるため、フラグメントが加工領域から離れた遠くにまで飛散することになる。これらの点から、本発明においてはエキシマーレーザーを用いるのが最適である。

【0022】本発明においては、この微細加工を真空中で行うことにより、フラグメントを速くに飛散させることができる。空気や不活性ガスなどが存在すると、フラグメントはこれらと衝突してエネルギーを失い、遠くに飛散できなくなる場合がある。また、加工領域に不活性ガスなどを強制的に吹き込むことにより、フラグメントを飛散させる方法も有効である。このようにして、金属系電極（陰極）に微細加工を施し、EL素子の微細パターン化を行ったのち、素子の劣化を防ぎ、寿命を延ばすために、通常封止処理が施される。本発明は、またこのようなレーザーアブレーション加工法により微細パターン化されたEL素子をも提供するものである。図1は、金属系電極（陰極）に微細加工を施す前の有機EL素子の一例の構成を示す斜視図であり、ガラス基板1上にパターン化されたITO電極2、有機化合物層3及び金属系電極4が順次積層されている。図2は、この図1に示す有機EL素子の金属系電極4に微細加工を施すことにより、微細パターン化された有機EL素子の一例の斜視図を示す。

【0023】

【実施例】次に、本発明を実施例によりさらに詳しく説明するが、本発明は、これらの例によってなんら限定されるものではない。

実施例1

フッ化クリプトンエキシマーレーザービーム（45 mJ、縦10 mm×横30 mm）を、シリンドリカルレンズを用い、まず2枚のレンズにより横方向に拡大した後に平行光線とし、次いで縦方向に縮小した。次に、このようにして得られた細長状のレーザービーム（フルエンス180 mJ/cm²、縦250 μm×横100 mm）を、予め作製した有機EL素子（MgAg合金電極／有機発光層／ITO電極／ガラス基板）に照射した。この有機EL素子はステージ上に固定されており、マイクロメーターを用いることにより、500 μmずつ動かすことが可能であるので、最終的に250 μmのギャップと電極幅をもつ微細電極パターンを得ることができた。

【0024】これら一連のプロセスの概略を図3（a）～（c）に示した。この微細加工されたEL素子について光学顕微鏡（三菱化学（株）製、マイクロウオッチャーVS-205）を用いて形状を観察したところ、図4の写真図に示すように、シャープなエッジをもち、陰極材料及び発光層の有機材料が完全にアブレーションされており、ITO薄膜は飛散せずに残存していることが明らかとなった。このようにして微細加工が施された有機EL素子に、図5に示すように9 Vの定電圧を共通のI

TO電極と微細化された陰極部分との間にかけて発光試験を行ったところ、微細化された部分のみが発光することが確認された。このことは、EL素子の陰極の加工が十分に完了しており、切断された微細電極部分同士は短絡されておらず、かつITO電極は損傷を受けていないことを示している。

【0025】また、微細電極パターンの深さ方向の掘れ具合を、触針式膜厚計（Sloan社製、DEK TAK 3030）を用いて測定したところ、電極パターンの立ち上りは20 μm以内であることが分かった。図3（a）～（c）及び図5において、1はガラス基板、2はITO電極、3は有機化合物層（有機発光層）及び4は金属系電極（MgAg合金電極）である。また、図4において、（1）の部分はレーザービームにより溝加工された部分を示し、最表面はITO電極で、幅250 μmである。一方（2）の部分はレーザービーム未照射部分を示し、MgAg合金電極及び有機化合物層は残存しており、幅は250 μmである。なお、スケール数値はmmを示す。

実施例2

実施例1において、フッ化クリプトンエキシマーレーザービームの代わりにフッ化アルゴンエキシマーレーザービーム（50 mJ、縦10 mm×横30 mm）を用いた以外は、実施例1と同様に微細加工を行った。この微細加工されたEL素子について、光学顕微鏡（前出）を用いて形状を観察したところ、シャープなエッジをもち、陰極材料及び発光層の有機材料が完全にアブレーションされており、ITO薄膜は飛散せずに残存している金属合金電極微細パターンが作製されていることが明らかとなった。

【0026】実施例3

実施例1において、EL素子のマイクロメーターで駆動する距離を250 μmから1 mmに変えた以外は、実施例1と同様にして微細加工を行った。この微細加工されたEL素子の金属合金電極の形状を光学顕微鏡（前出）を用いて観察したところ、図6の写真図に示すように、電極の幅750 μm、電極間のピッチ250 μmのものであった。図6において、（1）の部分はレーザービームにより溝加工された部分を示し、最表面はITO電極で、幅250 μmである。一方（2）の部分はレーザービーム未照射部分を示し、MgAg合金電極及び有機化合物層は残存しており、幅は750 μmである。なお、スケール数値はmmを示す。

【0027】比較例1

実施例1において、レーザー出力を2 mJ（レーザーフルエンスとして8 mJ/cm²）とした以外は、実施例1と同様にして微細加工を行ったところ、MgAg合金電極は飛散せず、微細な溝加工はできなかった。この合金電極表面を光学顕微鏡（前出）で観察したところ、図7に示すように表面が斑状になっていることが確認され

た。

比較例 2

実施例 1 において、レーザー出力を 10 J (レーザーフルエンスとして 40 J/cm^2) とした以外は、実施例 1 と同様にして微細加工を行い、MgAg 合金電極の表面を光学顕微鏡 (前出) で観察したところ、図 8 に示すように MgAg 合金電極は飛散し、溝加工されたが、照射されない部分も融けた状態となったり、一部飛散したりしており、微細加工された金属合金電極は作製できなかった。

比較例 3

板厚 0.5 mm の SUS304 からなるマスクを用い、板厚 1.1 mm のガラス基板上に、開口部が 3 mm のマスクを装着し、 $\text{Mg } 14 \text{ Å/sec}$ 、 $\text{Ag } 1 \text{ Å/sec}$ の速度で共蒸着を行い MgAg の微細電極パターンを作製した。この深さプロファイルを、実施例 1 と同様の方法により測定したところ、電極パターンの立ち上りは $80 \mu\text{m}$ であった。

【0028】

【発明の効果】本発明の方法は、レーザーアブレーション加工法により非接触で金属系電極 (陰極) に微細加工を施し、EL 素子を微細パターン化する方法であって、

(1) 透明電極に損傷を与えることなく、金属系電極に、加工エッジ周辺部への熱的損傷の少ないシャープな微細加工を効率よく施すことができる、(2) 不安定な陰極の金属系材料に対して、非接触で加工が行われるため、該金属系材料に寿命低下などの悪影響を与えない、

(3) レーザー光を絞ることにより、原理的に波長程度までの極めて高精細な微細加工が可能である、(4) 大気中で加工を行うことができ、かつ装置が簡便で、容易に微細加工が行える、(5) レーザービームを走査することにより、容易に任意の微細パターンを得ることができる、(6) レーザービームを細長い形状にすることに

より、生産性よく加工を行うことができる、(7) レーザービームを一括大面積照射することにより、マスクパターンの転写も可能であり、高い生産性で加工を行うことができる、などの利点を有している。

【図面の簡単な説明】

【図 1】金属系電極 (陰極) に微細加工を施す前の有機 EL 素子の一例の構成を示す斜視図である。

【図 2】本発明の方法により、金属系電極 (陰極) に微細加工を施すことにより、微細パターン化された有機 EL 素子の一例の斜視図である。

【図 3】本発明の方法におけるプロセスの概略を示す説明図である。

【図 4】本発明の方法により微細パターン化された有機 EL 素子の一例の光学顕微鏡写真図である。

【図 5】本発明の方法により微細パターン化された有機 EL 素子の一例について、発光試験を行うための説明図である。

【図 6】本発明の方法により微細パターン化された有機 EL 素子の上記図 4 と異なった例の光学顕微鏡写真図である。

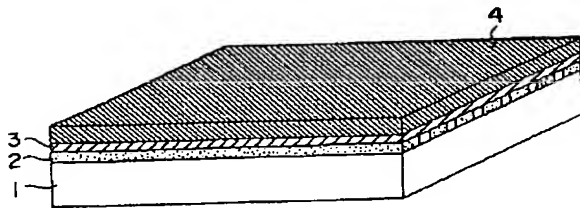
【図 7】本発明で規定する範囲より小さいレーザーフルエンスでレーザービームを照射し、微細加工を行った場合の有機 EL 素子の一例における金属系電極表面の光学顕微鏡写真図である。

【図 8】本発明で規定する範囲より大きいレーザーフルエンスでレーザービームを照射し、微細加工を行った場合の有機 EL 素子の一例における金属系電極表面の光学顕微鏡写真図である。

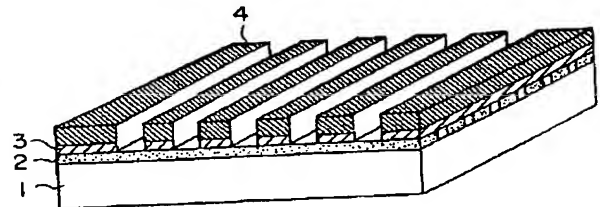
【符号の説明】

- 1 : ガラス基板
- 2 : ITO 電極
- 3 : 有機化合物層
- 4 : 金属系電極

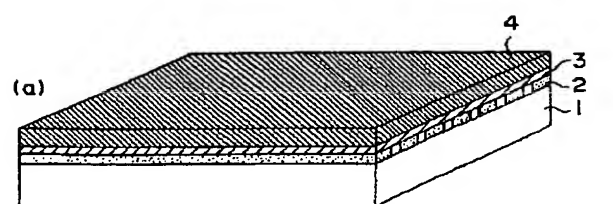
【図 1】



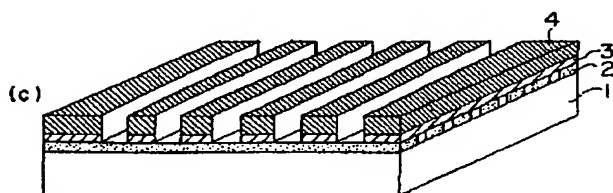
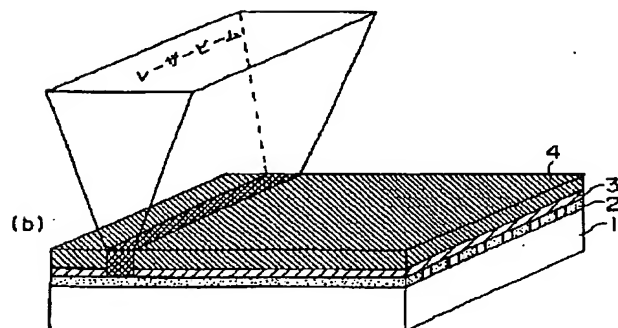
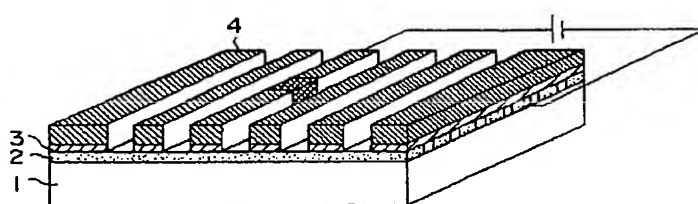
【図 2】



【図3】

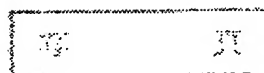
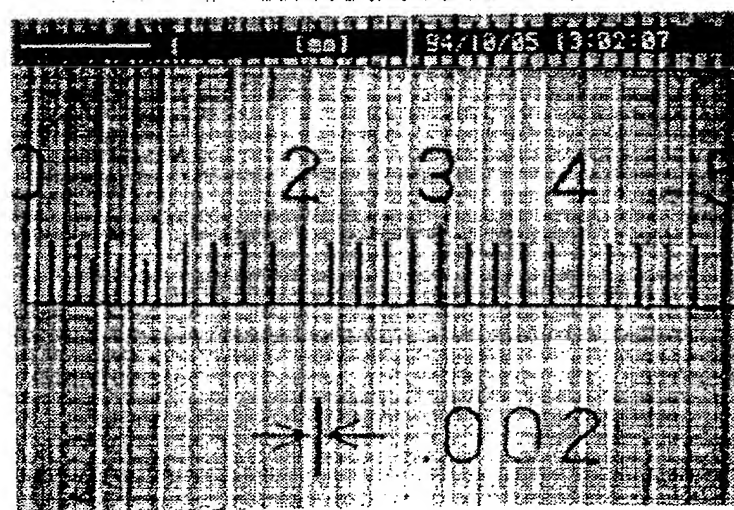


【図5】



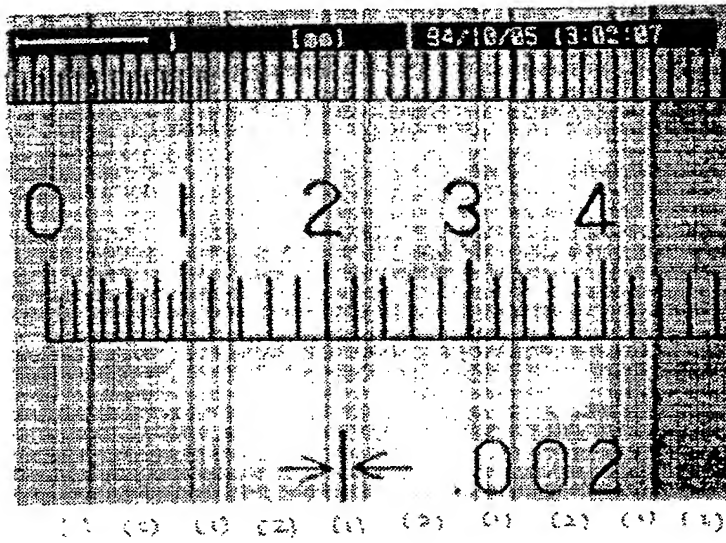
【図4】

図面代用写真(カラー)



【図6】

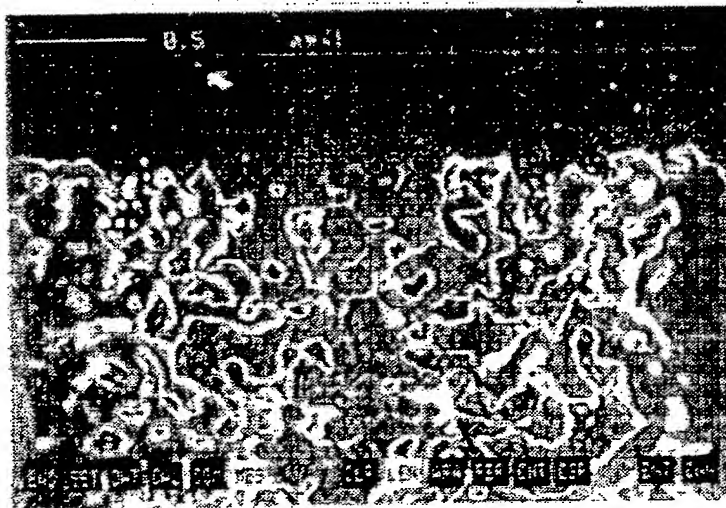
図面代用写真(カラー)



写 真

【図7】

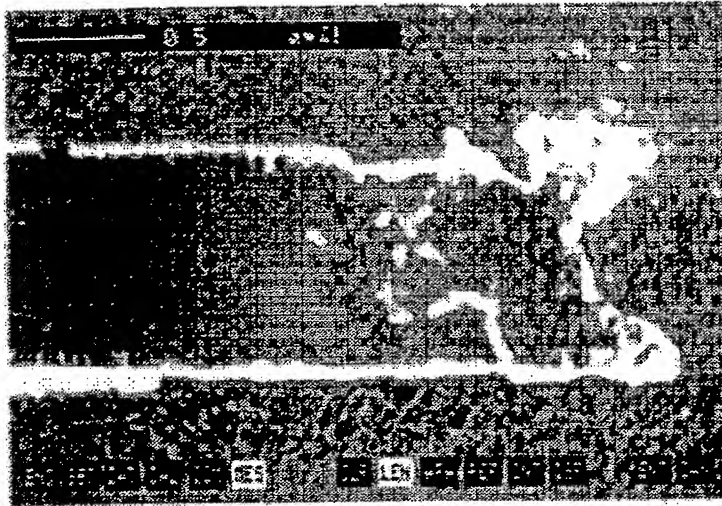
図面代用写真(カラー)



写 真

【図8】

図8代用写真(カラー)



写真

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.